

# **Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)**

International application number: PCT/EP05/051253

International filing date: 17 March 2005 (17.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE

Number: 10 2004 017 716.3

Filing date: 10 April 2004 (10.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 07 April 2005 (07.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 10 2004 017 716.3

Anmeldetag: 10. April 2004

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Rotor einer elektrischen Maschine

IPC: H 02 K 1/28

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 2. Februar 2005  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Hoß".

05.04.04 UI/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Rotor einer elektrischen Maschine

Stand der Technik

15

Elektrische Maschinen sind aus dem Stand der Technik wohl bekannt. Dabei sind beispielsweise permanent magnetisch erregte Gleichstrommotoren bekannt, welche elektronisch oder mechanisch kommutierbar sind. Hierbei können zwei Ausführungsarten unterschieden werden, nämlich die eine Ausführungsart, bei dem die Permanentmagnete am Stator angeordnet sind und eine andere Ausführungsart, bei der die Permanentmagnete am Rotor angebracht sind. Das komмуниerte Magnetfeld zwischen dem Permanentmagneten und den am anderen Bauteil angeordneten Spulen bewirken das Drehmoment auf die Rotorwelle.

20

25

Zur Befestigung des Permanent-Ringmagneten auf einem Rotorkörper der Rotorwelle ist beispielsweise aus der EP 0 872 945 A1 bekannt, eine Klebeverbindung zu verwenden. Aufgrund von unterschiedlichen Temperaturausdehnungen der unterschiedlichen Materialien von Magnet, Klebstoff und Rotorkörper sowie aufgrund von Fertigungstoleranzen und aufgrund des bei Verwendung eines Klebstoffs notwendigen Abstands zwischen dem Magneten und der Rotorwelle/-körper, treten an den Verbindungsflächen große Materialspannungen der einzelnen Materialien (Magnet, Klebstoff, Welle) auf. Im Betrieb der elektrischen Maschine können zusätzlich große Temperaturunterschiede auftreten, was aufgrund der unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten der Materialien zu Rissen bis hin zum Materialbruch führt, sodass eine Übertragung eines Drehmoments vom Magneten auf die Rotorwelle nicht mehr möglich ist. Des weiteren werden die mechanischen Eigenschaften des Klebstoffs

30

mit zunehmender Temperatur schlechter, mit der Folge, dass der Magnet nicht mehr fest genug auf der Rotorwelle fixiert ist.

### Vorteile der Erfindung

5

Der erfindungsgemäße Rotor einer elektrischen Maschine mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass durch seine axial vorgespannte Befestigung der druckempfindliche Permanentmagnet auch bei großen Temperaturschwankungen ohne Zerstörung sauber zentriert zur Rotorwelle gelagert bleibt. Durch das Anformen eines radialen Rändels an den Klemmflächen der Halteelemente kann sich die Anschlagfläche des Permanentmagneten einerseits zum Ausgleich von Materialspannungen relativ zur Klemmfläche bewegen, andererseits bleibt der Permanentmagnet durch die Führungsfunktion der radialen Rillen auch bei einer solchen Relativbewegung exakt zur Rotorwelle zentriert. Dadurch können auch Werkstoffpaarungen der Anlagefläche und der Klemmfläche mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten verwendet werden, wobei eine Selbstzentrierung des Magneten durch die radiale Anordnung der Riffelung gewährleistet ist.

10

15

20

25

30

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen ergeben sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen Merkmale. Weist die radiale Ränderung in radialer Richtung verlaufende Überhöhungen auf, die in axialer Richtung keilförmig zugespritzt sind, können sich die Überhöhungen unter der Wirkung der axialen Klemmkraft leicht in die Anlageflächen des Magneten bzw. dessen Oberflächenbeschichtung eingraben und dadurch bezüglich der tangentialen (Dreh-) Richtung einen Formschluss bilden.

Ist das Haltelement mehrteilig ausgeführt und weist ein separates Ringelement auf, an dessen axialer Stirnfläche die Klemmfläche mit der radialen Rändelung angeformt ist, kann dieses Ringelement mit den radial verlaufenden Überhöhungen aus einem speziellen Werkstoff hergestellt werden, der auf das Material des Permanentmagneten abgestimmt ist. Dabei kann die Lagerung des Magneten leicht durch die Formgebung des Ringes an unterschiedliche Anwendungen, beispielsweise mit oder ohne Rotorgrundkörper, angepasst werden.

Zur axialen elastischen Lagerung des Permanentmagneten ist es von Vorteil, wenn an dem Halteelement ein Federelement angeordnet ist, das die axiale Anpresskraft zwischen der Anlagefläche und der Klemmfläche erzeugt.

5 Das Federelement ist vorzugsweise als Tellerfeder ausgebildet, die sich radial an einer Hülse und axial an einer Schulter des Halteelements abstützt und insbesondere das separate Ringelement stetig gegen den Magneten presst.

10 Durch den Eingriff der radial verlaufenden Überhöhungen in die Anlagefläche des Magneten wird dieser bei einer Materialausdehnung radial geführt und dadurch gleichzeitig radial zentriert. Durch den Formschluss zwischen der Klemmfläche und der Anlagefläche kann dabei trotz axial elastischer Lagerung ein recht hohes Drehmoment übertragen werden.

15 Für die Verwendung des Permanentmagneten als Arbeitsmagneten ist dieser aus relativ weichem und sprödem magnetischem Material hergestellt, welches sich mittels Sintern einfach als Hohlzylinder formen lässt. Für die Anwendung als Sensormagnet ist der Magnet vorzugsweise kunststoffgebunden, wobei bei beiden Ausführungen magnetische Materialien wie Eisen oder Seltene Erden Elemente, insbesondere Neodymverbindungen, verwendet werden.

20  
25 Besonders günstig ist es, den Permanentmagneten an dessen Oberfläche zu beschichten, wobei insbesondere ein plastisch formbares Material wie Epoxidharz, Nickel oder Aluminium verwendet wird. Dadurch ist der Magnet einerseits vor Korrosion geschützt und weist gleichzeitig eine relativ weiche axiale Anschlagsfläche auf, in die die Klemmfläche eingreifen kann.

30 Hierzu wird beispielsweise die Klemmfläche - im Besonderen am Ringelement - aus einem hochharten Material, wie Stahl oder einer Invar-Legierung hergestellt, wodurch die Überhöhungen auf Grund der axialen Anpresskraft sowohl in eine weiche Beschichtung, als auch direkt in den Sinterwerkstoff, oder den kunststoffgebundenen Magneten eingreifen kann. Der Werkstoff der Überhöhungen kann dabei zusätzlich derart gewählt werden, dass dessen Temperaturausdehnungskoeffizient sehr gering ist, insbesondere in etwa gleich ist, wie der des Permanentmagneten.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist zwischen dem Hohlzylinder des Permanentmagneten und der Ankerwelle ein Rotorkörper angeordnet, der beispielsweise als magnetischer Rückschluss für den Permanentmagneten dient und dadurch dessen Magnetfeldstärke erhöht. Dabei kann das Ringelement mit der Klemmfläche einfach dieser Geometrie angepasst werden und auf den Umfang des Rückschlusskörpers angeordnet werden.

Die Zentrierung des Permanentmagneten wird im Betrieb des Rotors ausschließlich über die radiale Führung der Klemmfläche mit der Anschlagsfläche realisiert. Zur Vorzentrierung des Permanentmagneten bei der Montage des Ankers ist es jedoch von Vorteil, wenn der Permanentmagnet an einem radialen Bund des Halteelements, insbesondere des Ringelements oder des Rotorkörpers anliegt. In einer weiteren Ausführung kann auch eine zusätzliche radiale elastische Lagerung durch ein in radialer Richtung wirkendes Federelement gelagert werden, an dem der Permanentmagnet mit einer Innenfläche anliegt.

Aufgrund der elastischen axialen Lagerung des druckempfindlichen Magneten über die Anlageflächen und die Klemmflächen können zur dreh- und verschiebefesten Fixierung der Halteelemente auf der Ankerwelle kostengünstige und standardisierte Befestigungsverfahren, wie beispielsweise Materialumformung, Schweißen, Presspassung, Kleben oder Klemmringe angewandt werden.

Besonders günstig ist es, wenn das Halteelement einen hülsenartigen Fortsatz aufweist, mit dem das Halteelement einerseits auf der Ankerwelle gelagert ist, und andererseits zur Aufnahme des Permanentmagneten oder des Rotationskörpers dient. Eine am Halteelement angeformte axiale Schulter dient dabei gleichzeitig zur direkten oder indirekten axialen Abstützung der Anlagefläche des Permanentmagneten.

Hierzu ist an der axialen Schulter des Haltelements vorzugsweise die Klemmfläche mit den radial ausgerichteten Überhöhungen einstückig an dem Haltelement angeformt, so dass die Anlagefläche des Magneten direkt an der axialen Schulter des Haltelements anliegt. Insbesondere für die Anwendung des Permanentmagneten als Sensormagnet ist es von Vorteil, an dessen radialer Innenfläche radiale Quetschelemente anzuformen, die zur Vorzentrierung auf der Hülse des Haltelements dienen.

Ist das Halteelement, insbesondere dessen hülsenförmiger Fortsatz, aus einem magnetisch leitenden Material hergestellt, so kann dieser gleichzeitig als magnetischer Rückschlusskörper für den Permanentmagneten wirken.

5 Für Permanentmagneten mit einer relativ geringen axialen Ausdehnung von beispielsweise weniger als 10 mm, kann der Permanentmagnet mittels eines einzigen Halteelements befestigt werden. Dabei wird der Permanentmagnet auf der Hülse des Haltelements mittels eines federnden Klemm- oder Sperrelements gelagert, das sich axial an der Hülse abstützt und den Permanentmagneten gegen die radial gerändelte Klemmfläche am anderen Ende der Hülse gepresst.

10 Der erfindungsgemäße Rotor kommt vorzugsweise in einer elektrischen Maschine zum Einsatz, wobei der Permanentmagnet entweder als Arbeitsmagnet des Rotors oder als Sensormagnet für ein Drehlageerfassung verwendet wird. Durch die Lagerung über die 15 radial gerändelte Klemmfläche ist eine verdreh- und verschiebefeste, sowie Positions- und rundlaufgenaue Befestigung des drucksensitiven Permanentmagneten auch bei großen Temperaturschwankungen gewährleistet.

#### Zeichnungen

20 In den Zeichnungen sind verschiedene Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

- 25 Figur 1 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Rotor,  
Figur 2 einen Schnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Rotors,  
Figur 3 einen Ausschnitt einer radial gerändelten Klemmfläche,  
Figur 4 einen vergrößerten Ausschnitt des Sensormagnets aus Figur 3,  
Figur 5 und  
Figur 6 eine Ansicht und einen Schnitt eines Haltelements gemäß Figur 4 und  
30 Figur 7 einen Schnitt durch einen Permanentmagnet gemäß Figur 4.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Figur 1 ein Anker 1 gemäß einem ersten 35 Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. In Figur 1 ist ein Rotor 1 dargestellt, der

mittels Gleit- oder Kugellager 12 in einem nicht näher dargestellten Gehäuse 11 einer elektrischen Maschine 10 gelagert ist. Der Rotor 1 umfasst eine Rotorwelle 2 und einen Permanentmagnet 3, der mittels zweier Halteelemente 4 auf der Rotorwelle 2 befestigt ist. Der Permanentmagnet 3 ist beispielsweise aus Eisen oder neodymhaltigen Sintermaterial 5 hergestellt und ist näherungsweise als Hohlzylinder 5 ausgebildet. Der Permanentmagnet 3 weist eine Beschichtung 14 aus einem plastisch verformbaren Material, beispielsweise Epoxidharz oder ein weiches Metall auf, das den Permanentmagneten 3 einerseits vor Korrosion schützt und andererseits eine verformbare Oberfläche 16 bildet. An seinen beiden axialen Enden 18, 19 weist der Permanentmagnet 10 3 jeweils eine in etwa ringförmige Anlagefläche 20 auf, die an jeweils korrespondierenden Klemmflächen 22 der Haltelemente 4 anliegen. Die Haltelemente 4 sind in diesem Beispiel mehrteilig ausgebildet. Sie weisen einen Grundkörper 24 auf, der mittels eines axialen hülsenförmigen Teils 26 auf der Rotorwelle 2 gelagert ist. Des weiteren weist das Haltelement 4 einen axialen Bund 28 auf, an dem sich als weiteres Bauteil des Haltelements 4 ein Federelement 30 zumindest axial abstützt. Im Ausführungsbeispiel ist das Federelement 30 als Tellerfeder 32 ausgebildet, die sich zusätzlich radial an der Hülse 26 des Haltelements 4 abstützt. Das Federelement 30 presst ein weiteres ringförmiges Bauelement 34 des Haltelements 4 gegen die Anlagefläche 20 des Permanentmagneten 3. Das Ringelement 34 weist im Ausführungsbeispiel einen radialen Bund 36 des Haltelements 4 auf, an dem sich der Permanentmagnet 3 durch Vorzentrierung bei der Montage des Rotors 1 radial abstützt. 15 20 25

Zur Montage des Permanentmagneten 3 wird beispielsweise ein Haltelement 4 am Grundkörper 24 mittels einer Schweißnaht 38 oder eines Sicherungsrings 40 an der Rotorwelle 2 fest fixiert. Das Federelement 30 und das Ringelement 34 mit der Klemmfläche 22 sind beispielsweise als Vormontagegruppe axial auf dem Grundkörper 24 montiert. Anschließend wird der Permanentmagnet 3 und das zweite Haltelement 4 mit seinen einzelnen Bauteilen in umgekehrter Reihenfolge auf die Rotorwelle 2 aufgeschoben. Bevor das zweite Haltelement 4 an der Ankerwelle 2 befestigt wird, werden die beiden Haltelemente 4 unter einer vordefinierten Vorspannkraft entgegen 30 35 den Federkräften der Federelemente 30 derart zusammengedrückt, dass der Permanentmagnet 3 allein durch die axiale Anpresskraft zwischen den Anschlagsflächen 20 und den Klemmflächen 22 gehalten wird. Die Befestigung der Haltelemente 4, sowie der Lager 12, kann alternativ auch mittels Materialumformung an der Rotorwelle 2 oder an den Haltelementen durchgeführt werden, wie dies beispielsweise mittels Rollernuten

42, wie in Figur 3 dargestellt, realisiert ist. Dabei können zur Toleranzminimierung vorteilhaft mehrere Bauteile in einem Arbeitsgang mittels Rollierscheiben fest rolliert werden.

5       Figur 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Rotors 1, wobei hier zwischen dem Permanentmagneten 3 und der Rotorwelle 2 als Rotorkörper 8 ein magnetisches Rückschlusselement 7 angeordnet ist. Das Rückschlusselement 7 führt bei einem radial magnetisierten Permanentmagneten 3 zu einer Verstärkung der magnetischen Feldstärke zwischen der Rotorwelle 2 und dem Hohlzylinder 5 des Permanentmagneten 3. Bei dem andersartig magnetisierten Permanentmagneten 3 gemäß Figur 1 verlaufen die Feldlinien innerhalb des Hohlzylinders 5, so dass dort kein magnetisches Rückschlusselement 7 angeordnet ist. Das magnetische Rückschlusselement 7 gemäß Figur 2 liegt mit einer Aussparung 44 an den beiden 10 radialen Bünden 36 der Halteelemente 4 an und dient gleichzeitig als Rotorkörper 8, auf dem der Hohlzylinder 5 zur Vorzentrierung bei der Montage radial anliegt. Das Ringelement 34 des Halteelements 4 ist hierbei ebenfalls auf dem Rotorkörper 8 angeordnet und umschließt diesen, sowie die Ankerwelle 2, vollständig. Auch hier wird 15 der Permanentmagnet 3 über seine Anlageflächen 20 und die gegenüberliegenden Klemmflächen 22 der Ringelemente 34 axial elastisch gelagert. Die Klemmfläche 22 des Halteelements 4, die hier am separaten Ringelement 34 angeformt ist, weist eine axiale 20 Rändelung 46 auf, wie dies in Figur 3 in einem vergrößerten Ausschnitt des Ringelements 34 gemäß Figur 2 dargestellt ist.

25       Die Rändelung 46 in Figur 3 weist Überhöhungen 48 auf, die sich mit Rillen 50 abwechseln und sich in radialer Richtung erstrecken. Die Überhöhungen 48 weisen dabei eine scharfe Kante 52 auf, die sich im montierten Zustand in die gegenüberliegende Anlagefläche 20 des Permanentmagneten 3 eingraben. Die scharfen Kanten 52 weisen dabei eine keilförmige Spitze 54 auf, so dass die Überhöhung 48 leichter in die weichere Anlagefläche 20 eindringen. Hierzu ist das Ringelement 34 mit den Überhöhungen 48 aus einem hochfesten Werkstoff, beispielsweise Stahl oder einer Invar-Legierung, hergestellt. 30 Der Werkstoff 56 ist dabei beispielsweise derart gewählt, dass dessen Wärmeausdehnungskoeffizient in etwa gleich ist, wie der des Permanentmagneten 3. Aber auch bei einer unterschiedlichen Temperaturausdehnung der Klemmfläche 22 und der Anlagefläche 20 wird der Permanentmagnet 3 entlang der radialen Überhöhungen 48

bei einer Relativbewegung geführt, so dass der Permanentmagnet 3 exakt zentriert zur Rotorwelle 2 bleibt .

In Figur 2 ist als weitere Ausführung eines Dauermagneten 3 ein Sensormagnet 3 dargestellt, der mittels eines einzigen Halteelements 4 auf der Rotorwelle 2 befestigt ist. Dieses Ausführungsbeispiel ist in Figur 4 vergrößert dargestellt, wobei das Halteelement 4 eine Hülse 26 aufweist, die auf der Rotorwelle 2 beispielsweise mittels Materialverformung befestigt ist. Das Halteelement 4 weist des weiteren eine axiale Schulter 28 auf, an der direkt einstückig mit der Hülse 26 die Klemmfläche 22 mit dem radialen Rändel 46 angeformt ist. Der Permanentmagnet 3 liegt dabei axial direkt mit seiner Anlagefläche 20 an der radialen Rändelung 46 an, unter einer axialen Vorspannung, die von einem als Sperrelement 58 ausgebildeten Federelement 30 aufgebracht wird. Das Sperrelement bzw. Speed nut 58 stützt sich dabei direkt an der Hülse 26 des einen Halteelements 4 axial ab, und liegt mit seinem elastischen Bereich 59 an der zweiten Anlagefläche 20 des Permanentmagneten 3 an. Dabei kann der Permanentmagnet 3 schon vor der Montage des Haltelements 4 auf die Rotorwelle 2 komplett auf dem Haltelement 4 vormontiert werden.

Hierzu weist der Hohlzylinder 5, der in dieser Ausführung als kunststoffgebundener Magnet 5 ausgeführt ist, an seiner radialen Innenfläche 60 Quetschelemente 62 auf, mittels derer der Permanentmagnet 3 leicht auf die Hülse 26 des in Figur 6 dargestellten Halteelements 4 gepresst wird. Zur leichteren Montage weist dabei der Hohlzylinder 5 an ihrer Innenfläche 60 Fasen 64 auf. Die Quetschelemente 62 sind dabei einstückig mit dem Permanentmagneten 3 ausgebildet und weisen eine radiale Verjüngung, beispielsweise eine radiale Spitze 66, auf. Wenn nun diese Quetschelemente 62 bei der Vormontage oder im Temperaturgang irreversibel verformt werden, wird die radiale Zentrierung des Permanentmagneten 3 durch die radial verlaufenden Überhöhungen 48 an der axialen Schulter 28 des Haltelements 4 gewährleistet. Dabei graben sich die scharfen Kanten 52 direkt in die Oberfläche 16 des relativ weichen kunststoffgebundenen Magneten 3 ein, wodurch eine Gegenführung zur radialen Ausdehnung des Hohlzylinders 5 geschaffen wird. Damit die Klemmfläche 22 dicht an der Anlagefläche 20 anliegen kann, ist durch die Fase 64 an der Innenfläche 60 des Hohlzylinders 5 Material ausgespart, so dass ein Freiraum 70 für einen Biegeradius 68 zwischen der Hülse 26 und der axialen Schulter 28 entsteht.

Der Rotor 1 ist Bestandteil einer elektrischen Maschine 10, beispielsweise eines  
Verstellmotors für bewegliche Teile im Kraftfahrzeug. So ist an der Rotorwelle 2 in Figur  
2 als Abtriebselement 74 beispielsweise ein Abtriebsritzel 74 angeformt, das in eine nicht  
näher dargestellte, korrespondierende Verzahnung einer Verstellmimik greift. Zur  
5 Erzeugung eines umlaufenden äußeren Magnetfelds, das den Rotor 1 zur Drehung  
veranlasst, sind in einem Stator der elektrischen Maschine 10 Elektromagneten  
angeordnet, die über eine elektrische Kommutierung angesteuert werden. Zur  
Positionserfassung des Stellantriebs sind am Umfang des Sensormagneten 3 Hallsensoren  
72 angeordnet, die die aufmagnetisierten Polwechsel des Hohlzylinders 5 detektieren.

10 Es sei angemerkt, dass hinsichtlich der in den Figuren und der Beschreibung dargestellten  
Ausführungsbeispiele vielfältige Kombinationsmöglichkeiten der einzelnen Merkmale  
untereinander möglich sind. So kann beispielsweise die konkrete Ausgestaltung der  
Halteelemente 4 und deren Befestigung auf der Rotorwelle 2 variiert werden. In einer  
15 alternativen Ausführung können die beiden Halteelemente 4 in einen gemeinsamen  
Rotorkörper 8 integriert werden, auf den der Permanentmagnet 3 axial elastisch gelagert  
ist. Je nach Anwendung kann die Form des Hohlzylinders 5, insbesondere dessen axiale  
Länge, sehr unterschiedlich ausgeführt sein, wobei die Ausführung der Halteelemente  
entsprechend angepasst werden kann. Ebenso können die verwendeten Werkstoffe 56 der  
20 Permanentmagneten 3, der Beschichtung 14 und der Klemmflächen 22 bzw. der  
Ringelemente 34 den entsprechenden Anforderungen angepasst werden. Besonders eignet  
sich die Erfindung für die Verwendung in Verstelantrieben für automatische  
Schaltgetriebe in Kraftfahrzeug.

05.04.04 Ul/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

**Ansprüche**

- Ansprüche
- 15 1. Rotor (1) einer elektrischen Maschine (10) mit mindestens einem als Hohlzylinder (5) ausgebildeten Permanentmagnet (3), der axiale Anlageflächen (20) aufweist, die mit korrespondierenden axialen Klemmflächen (22) von mindestens einem Halteelement (4) zusammenwirken, mit dem der Permanentmagnet (3) am Rotor (1) befestigt ist,  
20 dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Klemmflächen (22) eine in radialer Richtung verlaufende Rändelung (46) aufweist.
  - 25 2. Rotor (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rändelung (46) radiale Rillen (50) und axial zugespitzte Überhöhungen (48, 52) aufweist, die in radialer Richtung verlaufen.
  - 30 3. Rotor (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Halteelement (4) ein Ringelement (34) aufweist, an dessen - zumindest der Anlagefläche (20) zugewandter - axialer Seite (28) die Klemmfläche (22) angeformt ist.
  4. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Halteelement (4) ein Federelement (30, 32) aufweist, das die Klemmfläche (22) mit einer Anpresskraft gegen die Anlagefläche (20) presst.

5. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass sich das Federelement (30) – insbesondere eine Tellerfeder (32) - axial und radial am Halteelement (4) abstützt und den Permanentmagneten (3) elastisch lagert.
- 5 6. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die radialen Überhöhungen (48, 52) in die Anlagefläche (20) des Permanentmagneten (3) eingreifen, um ein Drehmoment zwischen dem Permanentmagneten (3) und dem Halteelemente (4) zu übertragen und/oder den Permanentmagneten (3) radial zum Rotor (1) zu zentrieren.
- 10 7. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Permanentmagnet (3) aus Sintermaterial oder kunststoffgebundenem Material gefertigt ist, und insbesondere Ferrit und/oder Seltene-Erden-Elemente - vorzugsweise NdFeB - enthält.
- 15 8. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Permanentmagnet (3) zumindest an einer seiner Anschlagsflächen (20) eine Beschichtung (14) – insbesondere aus Epoxidharz, Nickel oder Aluminium - aufweist, die weicher ist, als der Werkstoff (56) der Überhöhungen (48, 52).
- 20 9. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Überhöhungen (48, 52) aus härterem Werkstoff (56) als der Permanentmagnet (3) oder die Beschichtung (14) – insbesondere aus Stahl oder Invar – gefertigt ist und einen dem verwendeten Permanentmagneten (3) angepassten Temperaturausdehnungskoeffizienten aufweist .
- 25 10. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass der Rotor (1) eine Rotorwelle (2) und/oder einen als magnetischen Rückschluss (7) ausgebildeten Rotorkörper (8) aufweist, die von einem die Klemmfläche (22) aufweisendem Ringelement (34) umschlossen werden.
- 30 11. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass das Halteelement (4) – insbesondere dessen Ringelement 34 - einen radialen Bund

(36) oder ein radial-elastisches Element aufweist, an dem sich der Permanentmagnet (3) zur radialen Vorzentrierung abstützt.

12. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass das Halteelemente (4) auf der Rotorwelle (2) mittels Sicherungsringen (40),  
Federbauteilen, Laserschweißen, Kleben, Materialumformung oder  
Schrumpfpassung fest fixiert ist.  
5
13. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass das Halteelement (4) als Hülse (26) mit einer axialen Schulter (28) ausgebildet  
ist, an der sich die Anlagefläche (20) abstützt.  
10
14. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass die axiale Schulter (28) als die Klemmfläche (22) ausgebildet ist.  
15
15. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass der Permanentmagnet (3) an seiner Innenfläche (60) - insbesondere sich radial  
verjüngende - Fortsätze (62) aufweist, mit denen der Permanentmagnet (3) zur  
Vorzentrierung auf die Hülse (26) gepresst wird.  
20
16. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass das Halteelemente (4) als magnetischer Rückschluss (7) ausgebildet ist.  
25
17. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass das Federelement (30) als speed-nut (58) ausgebildet ist, die sich direkt an der  
Hülse (26) abstützt und insbesondere direkt an einer der Anlageflächen (20)  
anliegt.  
30
18. Elektrische Maschine (10) mit einem Roter (1) nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass der Permanentmagnet (3) mit mindestens  
einem Hallsensor (72) oder einem um den Rotor (1) umlaufenden, elektrisch  
kommutierten Magnetfeld zusammenwirkt.

05.04.04 UI/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Rotor einer elektrischen Maschine

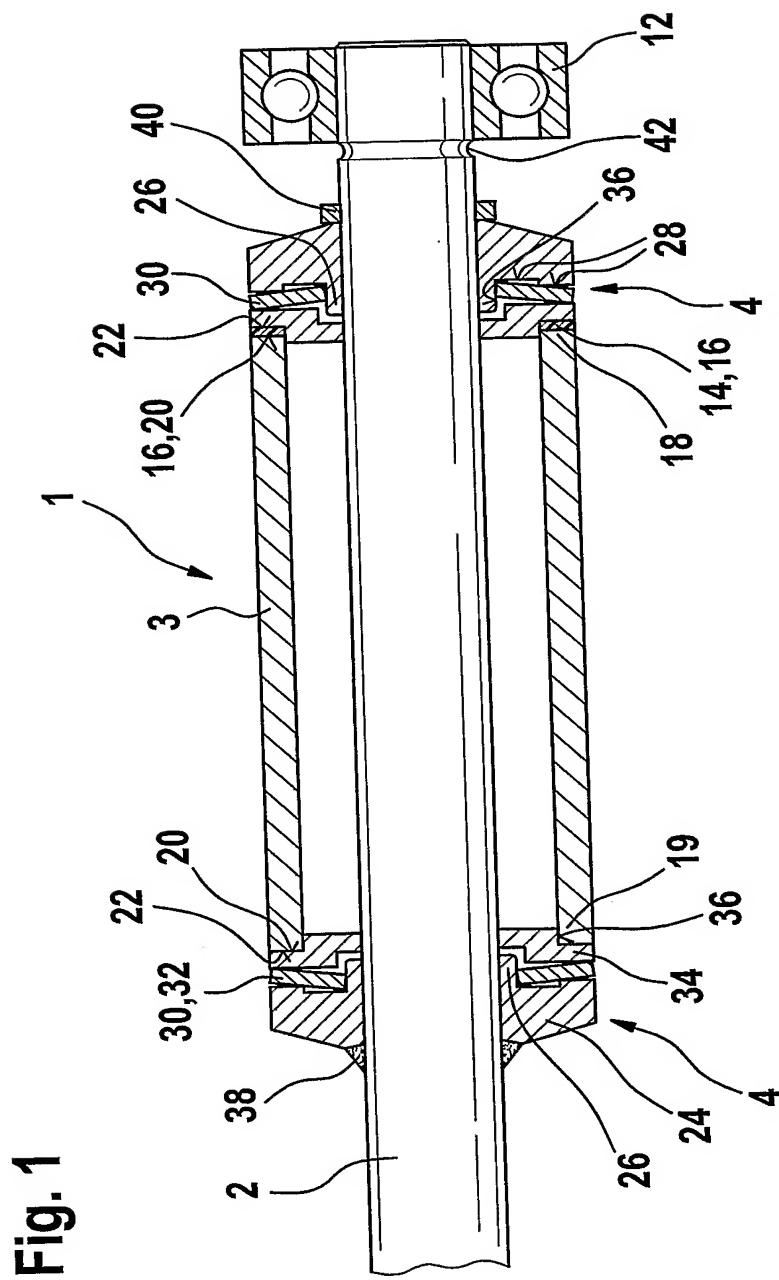
Zusammenfassung

Rotor (1) einer elektrischen Maschine (10) mit mindestens einem als Hohlzylinder (5) ausgebildeten Permanentmagnet (3), der axiale Anlageflächen (20) aufweist, die mit 15 korrespondierenden axialen Klemmflächen (22) von mindestens einem Halteelement (4) zusammenwirken, mit dem der Permanentmagnet (3) am Rotor (1) befestigt ist, wobei mindestens eine der Klemmflächen (22) eine in radialer Richtung verlaufende Rändelung (46) aufweist.

20

25

(Figur 1)



2 / 4

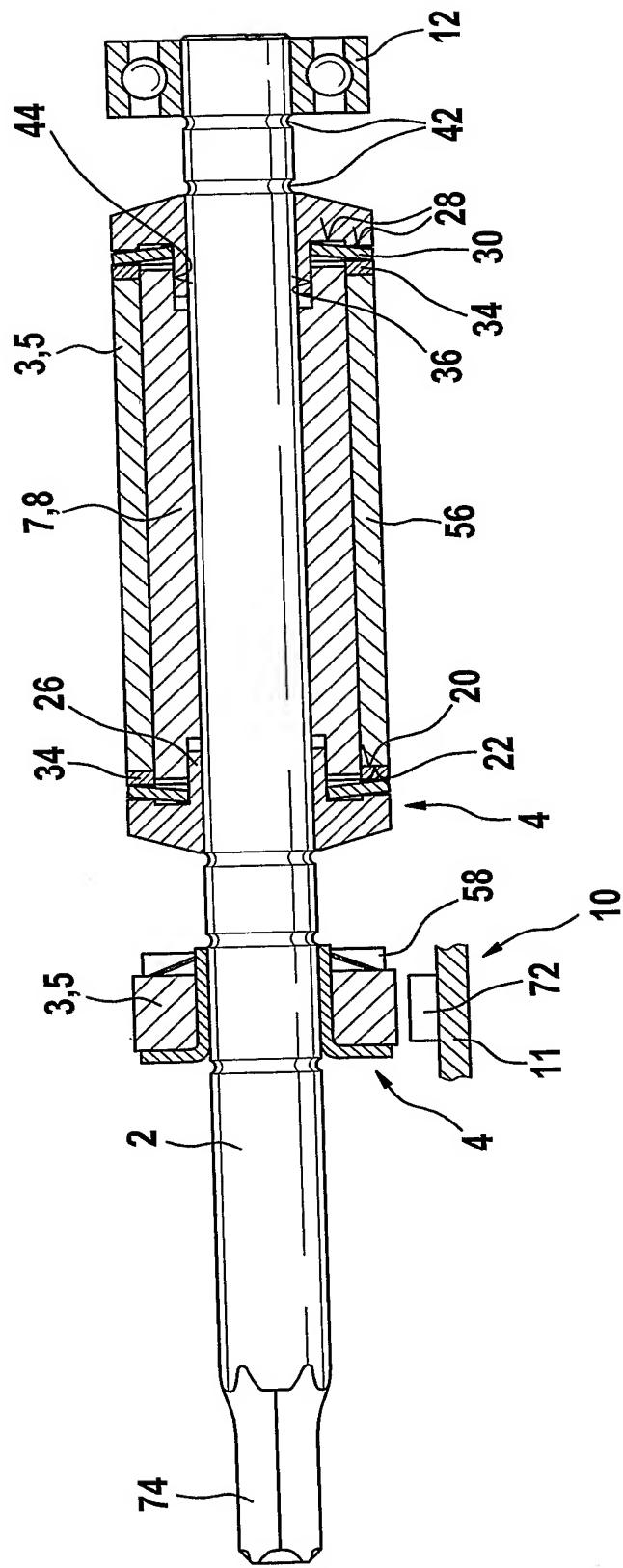
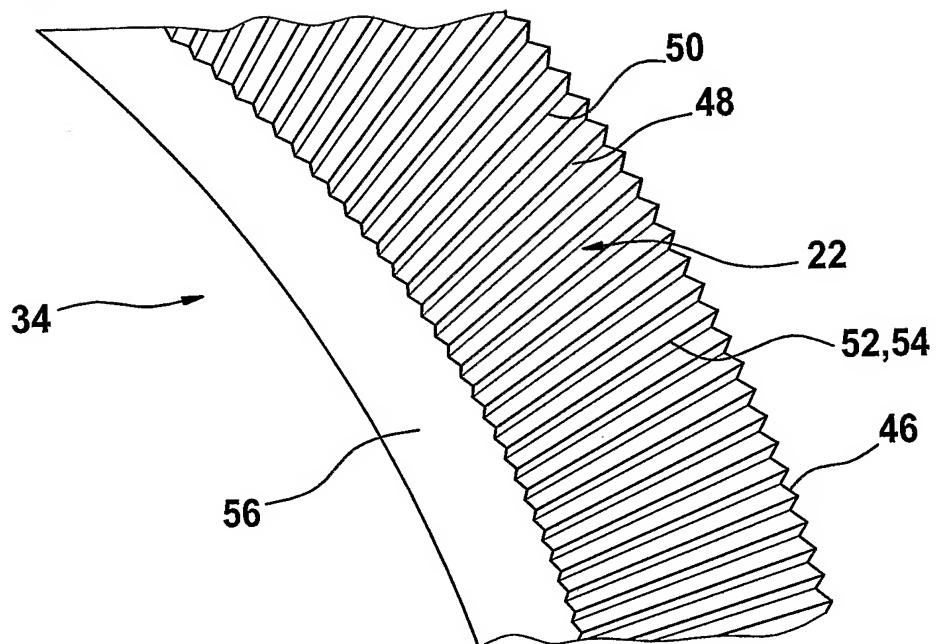
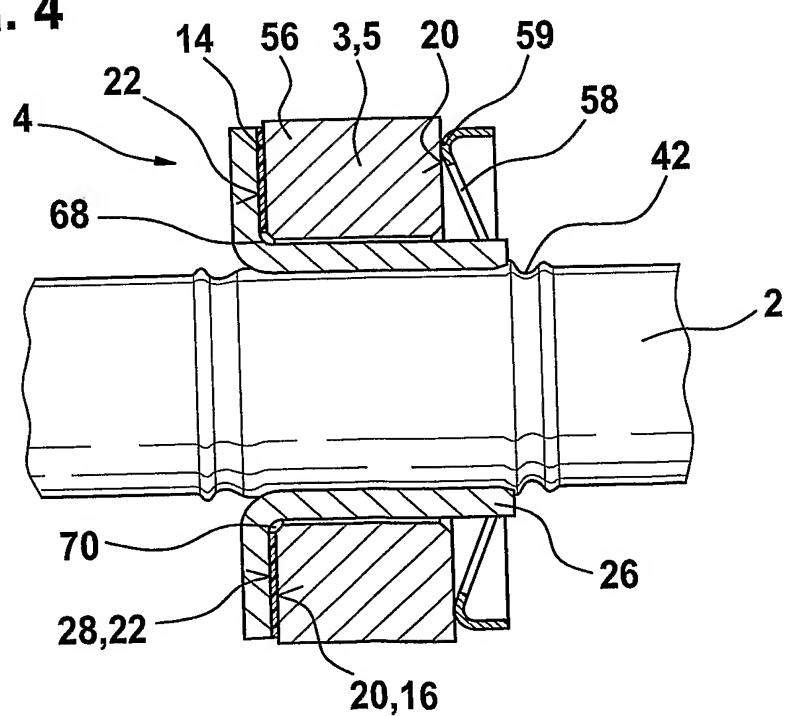


Fig. 2

**Fig. 3**

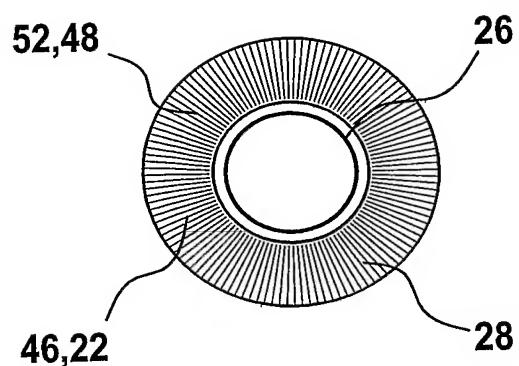


**Fig. 4**

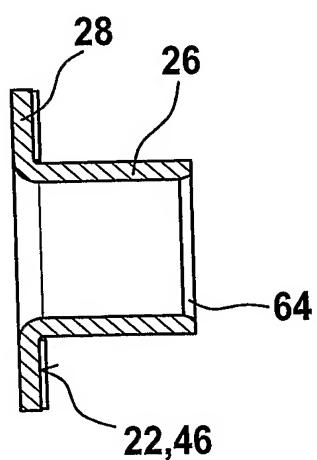


4 / 4

**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 7**

